

สารบัญ

หน้า

กิตติกรรมประกาศ	ค
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ฉ
สารบัญ	ช
สารบัญตาราง	ญ
สารบัญภาพ	ท
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ที่มาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา	2
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
1.4 ขอบเขตงานวิจัย	3
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
2.1 ปลาบึก	4
2.2 คอลลาเจน	6
2.3 เจลาติน	8
2.4 กระบวนการสกัดเจลาติน	11
2.5 สมบัติของเจลาติน	19
2.6 การใช้ประโยชน์จากเจลาติน	24
2.7 อัลจินต	26
2.8 วิธีการสร้างไฮโดรเจล	27

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.9 เม็ดปีทอลจินต	29
บทที่ 3 วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการทดลอง	
3.1 วัตถุดิบ	30
3.2 สารเคมี	30
3.3 เครื่องมือและอุปกรณ์	31
3.4 วิธีการทดลอง	33
บทที่ 4 ผลการทดลอง และวิจารณ์ผลการทดลอง	
4.1 องค์ประกอบทางเคมีโดยประมาณของหนังปลาบึก	42
4.2 การศึกษาผลของการปรับสภาพหนังปลาบึกด้วยไมโครเวฟก่อนการสกัด	43
4.3 การศึกษาผลของการปรับสภาพหนังปลาบึกด้วยไมโครเวฟร่วมกับอัลตราซาวด์ก่อนการสกัด	47
4.4 การวิเคราะห์สมบัติทางเคมี-กายภาพของเจลาตินจากหนังปลาบึกที่ผ่านและไม่ผ่านการปรับสภาพก่อนการสกัด	53
4.5 การศึกษาการทำบริสุทธิ์บางส่วนของเจลาตินที่สกัดได้จากหนังปลาบึกด้วยการตกตะกอนด้วยเอทานอล	59
4.6 การศึกษาการเตรียมเม็ดเจลาตินจากหนังปลาบึกร่วมกับอัลจินต	64
บทที่ 5 สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ	
5.1 สรุปผลการทดลอง	69
5.2 ข้อเสนอแนะ	70
เอกสารอ้างอิง	71

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก การวิเคราะห์ทางเคมี	80
ภาคผนวก ข การวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ	91
ภาคผนวก ค ตารางผลการทดลอง	92
ภาคผนวก ง รูปภาพ	100

ประวัติผู้เขียน

105

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2.1 คุณค่าทางโภชนาการของเนื้อปลาบึกค่อน้ำหนัก 100 กรัม	5
ตารางที่ 2.2 ชนิดของคอลลาเจนที่พบมาก	7
ตารางที่ 2.3 กรดอะมิโนของเจลาตินจากปลาชนิดต่างๆ เปรียบเทียบกับเจลาตินจากหนังหมู	10
ตารางที่ 2.4 หน้าที่ของเจลาตินในการผลิตอาหารชนิดต่างๆ	24
ตารางที่ 3.1 ระดับของปัจจัยในแผนการทดลองเพื่อศึกษาผลของการปรับสภาพหนังปลาบึกด้วยไมโครเวฟร่วมกับอัลตราซาวด์ก่อนการสกัดต่อปริมาณร้อยละของเจลาตินที่สกัดได้	35
ตารางที่ 3.2 แผนการทดลองเพื่อศึกษาการปรับสภาพหนังปลาบึกด้วยไมโครเวฟร่วมกับอัลตราซาวด์ก่อนการสกัดเจลาติน	36
ตารางที่ 4.1 องค์ประกอบทางเคมีของหนังปลาบึก	43
ตารางที่ 4.2 ปริมาณร้อยละของเจลาตินที่สกัดได้จากหนังปลาบึกที่ผ่านการปรับสภาพด้วยไมโครเวฟสภาวะต่างๆ และสกัดเจลาติน ที่อุณหภูมิ 45 ± 1 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 12 ชั่วโมง	45
ตารางที่ 4.3 ค่าจากการทดลองและค่าจากการทำนายของร้อยละของเจลาตินที่สกัดได้จากหนังปลาบึกที่ผ่านการปรับสภาพด้วยไมโครเวฟร่วมกับอัลตราซาวด์ก่อนการสกัด	48
ตารางที่ 4.4 สัมประสิทธิ์และค่าคงที่ในแบบจำลองค่าตอบสนองของร้อยละของเจลาตินที่สกัดได้จากหนังปลาบึกที่ผ่านการปรับสภาพด้วยไมโครเวฟร่วมกับอัลตราซาวด์ก่อนการสกัด	49
ตารางที่ 4.5 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของแบบจำลองค่าตอบสนองของร้อยละของเจลาตินที่สกัดได้จากหนังปลาบึกที่ผ่านการปรับสภาพด้วยไมโครเวฟร่วมกับอัลตราซาวด์ก่อนการสกัด	49
ตารางที่ 4.6 ค่าจากการทดลองและค่าจากการทำนายของร้อยละของเจลาตินที่สกัดได้จากหนังปลาบึกที่ผ่านการปรับสภาพด้วยไมโครเวฟร่วมกับอัลตราซาวด์ก่อนการสกัดด้วยสภาวะที่เหมาะสม	52

สารบัญตาราง (ต่อ)

หน้า

ตารางที่ 4.7	องค์ประกอบทางเคมีของเจลาตินจากหนังปลาบึกที่ไม่ผ่านการปรับสภาพก่อนการสกัด ผ่านการปรับสภาพสกัดด้วยไมโครเวฟก่อนการสกัด และผ่านการปรับสภาพด้วยไมโครเวฟร่วมกับอัลตราซาวด์ก่อนการสกัด	54
ตารางที่ 4.8	สมบัติทางเคมี-กายภาพ สี และสมบัติทางความร้อนของเจลาตินจากหนังปลาบึกที่ไม่ผ่านการปรับสภาพก่อนการสกัด ผ่านการปรับสภาพด้วยไมโครเวฟก่อนการสกัด และผ่านการปรับสภาพด้วยไมโครเวฟร่วมกับอัลตราซาวด์ก่อนการสกัด	57
ตารางที่ 4.9	องค์ประกอบทางเคมีของเจลาตินจากหนังปลาบึกที่ผ่านการปรับสภาพด้วยไมโครเวฟก่อนการสกัด และเจลาตินจากหนังปลาบึกที่ผ่านการปรับสภาพด้วยไมโครเวฟก่อนการสกัดและผ่านการทำบริสุทธิ์บางส่วนโดยการตกตะกอนด้วยเอทานอล เข้มข้นร้อยละ 60	61
ตารางที่ 4.10	สมบัติทางเคมี-กายภาพของเจลาตินจากหนังปลาบึกที่ผ่านการปรับสภาพด้วยไมโครเวฟก่อนการสกัด และเจลาตินจากหนังปลาบึกที่ผ่านการปรับสภาพด้วยไมโครเวฟก่อนการสกัดและผ่านการทำบริสุทธิ์บางส่วนโดยการตกตะกอนด้วยเอทานอล เข้มข้นร้อยละ 60	63
ตารางที่ ก-1	การเตรียมสารละลายมาตรฐาน BSA ในการทดสอบโปรตีน ด้วยวิธี Lowry	86
ตารางที่ ค-1	ร้อยละเจลาตินที่สกัดได้จากหนังปลาบึกที่ผ่านและไม่ผ่านการปรับสภาพด้วยไมโครเวฟก่อนการสกัดที่ระดับกำลังและเวลาต่างๆ	93
ตารางที่ ค-2	ร้อยละการตกตะกอนของเจลาตินจากหนังปลาบึกด้วยเอทานอลที่ความเข้มข้นต่างๆ	94
ตารางที่ ค-3	ตารางบันทึกน้ำหนักของเม็ดเจลาตินขนาดของตะแกรงคัดขนาดและถาด	95
ตารางที่ ค-4	ตารางบันทึกน้ำหนักของเม็ดเจลาตินจากหนังปลาบึกร่วมกับอัลจินต์ที่ pH 4 และขนาดของตะแกรงคัดขนาดและถาด	96
ตารางที่ ค-5	ตารางบันทึกน้ำหนักของเม็ดเจลาตินจากหนังปลาบึกร่วมกับอัลจินต์ที่ pH 10.5 และขนาดของตะแกรงคัดขนาดและถาด	97

สารบัญตาราง (ต่อ)

หน้า

ตารางที่ ค-6	ความสามารถในการขยายตัวของตัวภายหลังจากการดูดซับน้ำที่เวลาต่างๆ ของเม็ดเจลเจลาติน จากหนังปลาบึกร่วมกับอัลจิเนต	98
ตารางที่ ค-7	ความสามารถในการขยายตัวของตัวภายหลังจากการดูดซับน้ำของเม็ดเจลเจลาติน จากหนังปลาบึกร่วมกับอัลจิเนตที่ pH 10.5 ณ เวลาต่างๆ ซึ่งหยดในสารละลาย แคลเซียมคลอไรด์ที่มีความเข้มข้นแตกต่างกัน	99

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 2.1 ปลาบึก (<i>Pangasianodon gigas</i>)	4
ภาพที่ 2.2 โครงสร้างของคอลลาเจน	6
ภาพที่ 2.3 โครงสร้างของไฮดรอกซีโพรลีนและโพรลีน	11
ภาพที่ 2.4 ขั้นตอนการผลิตเจลาตินโดยสังเขป	11
ภาพที่ 2.5 ปรากฏการณ์ควาเวชัน (cavitation phenomenon)	15
ภาพที่ 2.6 การเกิดเจลของเจลาติน (เปลี่ยนจากซอลเป็นเจลระหว่างการทำให้เย็น)	20
ภาพที่ 2.7 โครงสร้างทางเคมีของอัลจินต (G-block M-block และ MG-block)	26
ภาพที่ 2.8 อัลจินตไฮโดรเจลที่เตรียมโดยการเชื่อมโยงข้ามแบบไอออนิก	27
ภาพที่ 3.1 หนังปลาบึกที่ผ่านการทำความสะอาดและตัดเป็นชิ้นเล็กๆ	30
ภาพที่ 3.2 แสดงกระบวนการสกัดเจลาตินจากหนังปลาบึกที่ผ่านการปรับสภาพด้วยไมโครเวฟ ก่อนการสกัด และผ่านการปรับสภาพด้วยไมโครเวฟและอัลตราซาวด์ก่อนการสกัด	37
ภาพที่ 4.1 การเปลี่ยนแปลงปริมาณร้อยละของเจลาตินที่สกัดได้จากหนังปลาบึก ที่ผ่านการปรับสภาพด้วยไมโครเวฟที่กำลังต่างๆ เป็นเวลา 0, 30, 60, 90 และ 120 วินาที ก่อนการสกัด โดย (a) ไมโครเวฟกำลัง 300 วัตต์ (b) ไมโครเวฟกำลัง 450 วัตต์ และ (c) ไมโครเวฟกำลัง 600 วัตต์	46
ภาพที่ 4.2 พื้นผิวตอบสนองของร้อยละของเจลาตินที่สกัดได้จากหนังปลาบึกที่ผ่านการปรับสภาพด้วยไมโครเวฟที่กำลัง 600 วัตต์ นาน 120 วินาที และอัลตราซาวด์ ก่อนการสกัด โดย (ก) แอมพลิจูดและเวลาปรับสภาพ (ข) แอมพลิจูดและเวลาสกัด และ (ค) เวลาปรับสภาพและเวลาสกัด ซึ่งปัจจัยที่สามในแต่ละกราฟกำหนดให้คงที่ ที่จุดกึ่งกลางของช่วงที่ทดสอบ	51

สารบัญภาพ (ต่อ)

หน้า

ภาพที่ 4.3	รูปแบบโปรตีนซึ่งวิเคราะห์ด้วยวิธี SDS-PAGE ของเจลลาตินจากหนังปลาบึกที่ไม่ผ่านการปรับสภาพก่อนการสกัด (C) ผ่านการปรับสภาพด้วยไมโครเวฟก่อนการสกัด (M) และผ่านการปรับสภาพด้วยไมโครเวฟร่วมกับอัลตราซาวด์ก่อนการสกัด (MU) โดยใช้เจลลาตินมาตรฐานจากหนังหมู (A) และเจลลาตินมาตรฐานจากหนังวัว (B) เป็นโปรตีนอ้างอิง	55
ภาพที่ 4.4	ร้อยละการตกตะกอนของเจลลาตินจากหนังปลาบึกด้วยเอทานอลที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ	60
ภาพที่ 4.5	รูปแบบโปรตีนซึ่งวิเคราะห์ด้วยวิธี SDS-PAGE ของสารเจลลาตินจากหนังปลาบึกที่ผ่านการปรับสภาพด้วยไมโครเวฟก่อนการสกัด (M) และเจลลาตินจากหนังปลาบึกที่ผ่านการปรับสภาพด้วยไมโครเวฟก่อนการสกัดและผ่านการทำบริสุทธิ์บางส่วนโดยการตกตะกอนด้วยเอทานอล เข้มข้นร้อยละ 60 (MP)	63
ภาพที่ 4.6	รูปทรงของเม็ดเจลภายใต้กล้องจุลทรรศน์ที่กำลังขยาย 100x (a) เม็ดเจลอัลจินต (b) เม็ดเจลเจลลาตินจากหนังปลาบึกร่วมกับอัลจินตที่ pH 4 และ (c) เม็ดเจลเจลลาตินจากหนังปลาบึกร่วมกับอัลจินตที่ pH 10.5	65
ภาพที่ 4.7	การกระจายขนาดของเม็ดเจล โดย (○) เม็ดเจลอัลจินต (△) เม็ดเจลเจลลาตินจากหนังปลาบึกร่วมกับอัลจินตที่ pH 4 และ (□) เม็ดเจลเจลลาตินจากหนังปลาบึกร่วมกับอัลจินตที่ pH 10.5	66
ภาพที่ 4.8	อัตราการขยายตัวของเม็ดเจลหลังการดูดซับน้ำที่เวลาต่างๆ ของเม็ดเจลเจลลาตินจากหนังปลาบึกร่วมกับอัลจินต โดยสัญลักษณ์แทนเม็ดเจลซึ่งเตรียมด้วยสภาวะต่างกัน ดังนี้ (●) อัลจินต (◆) เจลาตินจากหนังปลาบึกร่วมกับอัลจินตที่ pH 4 และ (▲) เจลาตินจากหนังปลาบึกร่วมกับอัลจินตที่ pH 10.5	67
ภาพที่ 4.9	อัตราการขยายตัวของเม็ดเจลหลังการดูดซับน้ำของเม็ดเจลเจลลาตินจากหนังปลาบึกร่วมกับอัลจินตที่ pH 10.5 ณ เวลาต่างๆ ซึ่งหยดในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่มีความเข้มข้นแตกต่างกัน โดย (◆) สารละลายแคลเซียมคลอไรด์เข้มข้นร้อยละ 0.5 (น้ำหนักต่อปริมาตร) (■) สารละลายแคลเซียมคลอไรด์เข้มข้นร้อยละ 1 (น้ำหนักต่อปริมาตร) และ (▲) สารละลายแคลเซียมคลอไรด์ เข้มข้นร้อยละ 1.5 (น้ำหนักต่อปริมาตร)	68

สารบัญภาพ (ต่อ)

	หน้า
ภาพที่ ก-1 กราฟมาตรฐานของการหาโปรตีน โดยวิธี Lowry เพื่อคำนวณปริมาณโปรตีนที่สกัดได้จากหนังปลาบึก สำหรับการปรับสภาพด้วยไมโครเวฟ	86
ภาพที่ ก-2 กราฟมาตรฐานของการหาโปรตีน โดยวิธี Lowry เพื่อคำนวณปริมาณโปรตีนที่สกัดได้จากหนังปลาบึก สำหรับการปรับสภาพด้วยไมโครเวฟร่วมกับอัลตราซาวด์	87
ภาพที่ ก-3 กราฟมาตรฐานของการหาโปรตีน โดยวิธี Lowry เพื่อคำนวณปริมาณโปรตีนสำหรับการตกตะกอนโปรตีน	87
ภาพที่ ง-1 หนังปลาบึกที่ผ่านการปรับสภาพด้วยคางและกรด	100
ภาพที่ ง-2 หนังปลาบึกที่ผ่านการปรับสภาพด้วยไมโครเวฟกำลัง 600 วัตต์ นาน 120 วินาที	100
ภาพที่ ง-3 การปรับสภาพหนังปลาบึกด้วยอัลตราซาวด์	101
ภาพที่ ง-4 การสกัดเจลาติน	101
ภาพที่ ง-5 หนังปลาบึกที่ผ่านการปรับสภาพด้วยไมโครเวฟและอัลตราซาวด์หลังจากสกัดเจลาติน	101
ภาพที่ ง-6 การอบแห้งเจลาติน	102
ภาพที่ ง-7 เจลาตินผง	102
ภาพที่ ง-8 เจลของเจลาติน	102
ภาพที่ ง-9 การวิเคราะห์รูปแบบโปรตีน ด้วยวิธี SDS-PAGE	103
ภาพที่ ง-10 เม็ดเจลเจลาตินจากหนังปลาบึกร่วมกับอัลจินตที่ pH 4	103
ภาพที่ ง-11 เม็ดเจลเจลาตินจากหนังปลาบึกร่วมกับอัลจินตที่ pH 10.5	103
ภาพที่ ง-12 เม็ดเจลอัลจินตหลังการอบแห้ง	104
ภาพที่ ง-13 เม็ดเจลเจลาตินจากหนังปลาบึกร่วมกับอัลจินตที่ pH 4 หลังการอบแห้ง	104
ภาพที่ ง-14 เม็ดเจลเจลาตินจากหนังปลาบึกร่วมกับอัลจินตที่ pH 10.5 หลังการอบแห้ง	104